UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CdL in ING. CIVILE; CdL ING. CIVILE–AMBIENTALE
CdL in INGEGNERIA MECCANICA

***Prova scritta di Idraulica, Idraulica I e Meccanica dei Fluidi del 9/7/2008***

<table>
<tr><td>Nome</td><td></td><td colspan="2" rowspan="3">barrare la voce che interessa ↓</td></tr>
<tr><td>Cognome</td><td></td></tr>
<tr><td>Matricola</td><td></td></tr>
<tr><td>Corso di Laurea</td><td>N.O. Civile - Ambientale</td><td>V.O. Ing. Civ.</td><td>N.O. Ing. Mecc.</td></tr>
<tr><td>Data prova orale</td><td colspan="3">E’ necessario iscriversi in rete</td></tr>
</table>

**Es. 1**

Uno sbarramento la cui lunghezza è $L$ è schematizzabile, in sezione, come una porzione di corona circolare avente raggio interno $R$ e raggio esterno $R + s$; il centro di tale corona si trova alla stessa quota del fondo. Lo sbarramento separa due serbatoi il cui livello è rispettivamente $h_I$ ed $h_E$. Calcolare la spinta idrostatica sullo sbarramento, precisando modulo, direzione, verso e retta d’azione.

Dati numerici: $L = 80\ m;\quad R = 16\ m;\quad s = 2\ m;\quad h_I = 3\ m;\quad h_E = 5\ m$

**Es. 2**

In un canale a superficie libera è previsto un breve tratto orizzontale nel quale il canale si restringe gradualmente. La portata defluente nel canale è $Q$, la larghezza nella sezione di imbocco del restringimento è $b_1$, la larghezza nella sezione finale del restringimento è $b_2$. Assegnata la profondità all’imbocco del restringimento, $Y_1$, si richiede di determinare, nell’ipotesi di comportamento ideale del fluido ed assenza d’attrito al fondo:

- la profondità nella sezione finale del restringimento, $Y_2$;
- la componente longitudinale della spinta che la corrente scarica su ciascuna parete laterale nel tratto ristretto;
- la profondità a metà del restringimento, $Y_m$, in corrispondenza della larghezza $b_m$, che ha luogo nell’ascissa media del tratto.

Delle due soluzioni possibili, scegliere quella che restituisce un andamento della profondità il più graduale possibile.

Dati numerici:

$$b_1 = 30\ m;\quad b_2 = 15\ m;\quad Q = 50\ m^3/s;\quad Y_1 = 2\ m;\quad b_m = 18.5\ m$$

**Es. 3**

Nella rete in figura sono note le caratteristiche di tutte le condotte $[L_k,\ \ D_k\ \ \varepsilon_k]\ (k = 1,2,3,4)$, e la portata erogata dal nodo **M**, $Q_M$. Le superfici libere dei serbatoi si trovano a quote note ($z_A$, $z_B$, $z_C$, $z_D$). Nelle ipotesi semplificative tipiche delle reti di lunghe condotte e di moto assolutamente turbolento di parete scabra, calcolare la potenza necessaria per la pompa presente nel ramo 1, avente rendimento $\eta$, affinché il serbatoio **B** si mantenga a livello costante. Disegnare altresì le linee dei carichi.

Dati numerici:

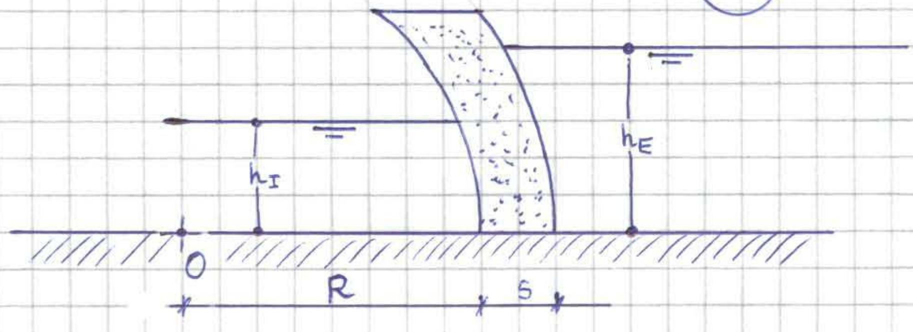
$$L_{1,2,3,4} = [5\quad 7\quad 4\quad 4]\ km;\quad D_{1,2,3,4} = [150\quad 150\quad 100\quad 100]\ mm;$$

$$\varepsilon = 0.40\ mm, \forall k = 1,2,3,4;\quad Q_M = 8\ l/s;\quad \eta = 0.85;$$

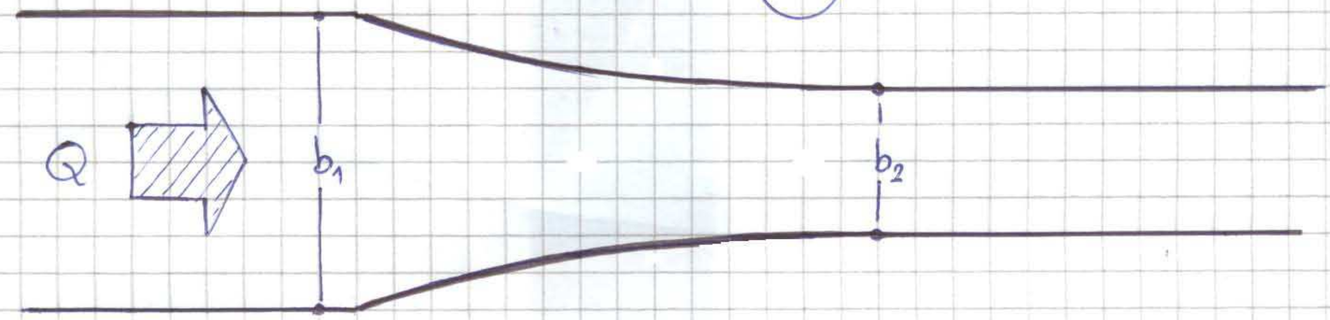
$$z_A = 580\ m;\quad z_B = 700\ m;\quad z_C = z_D = 620\ m$$

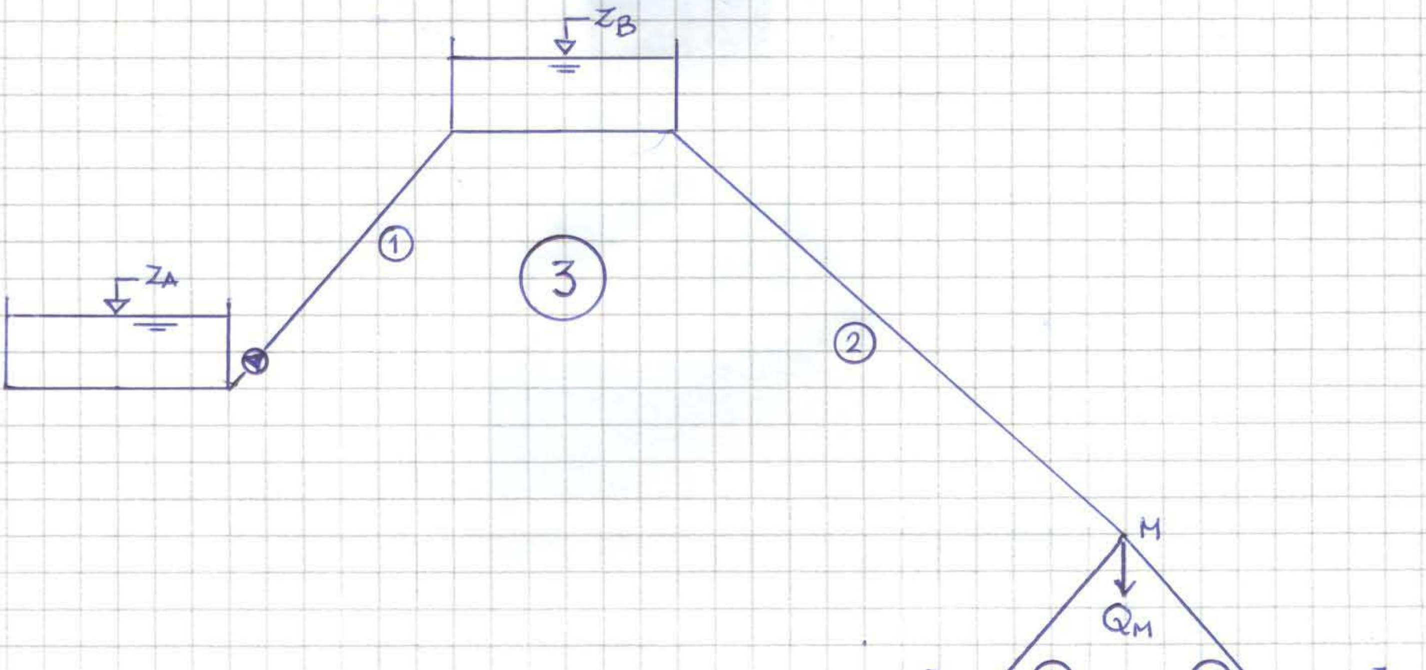
9-7-08

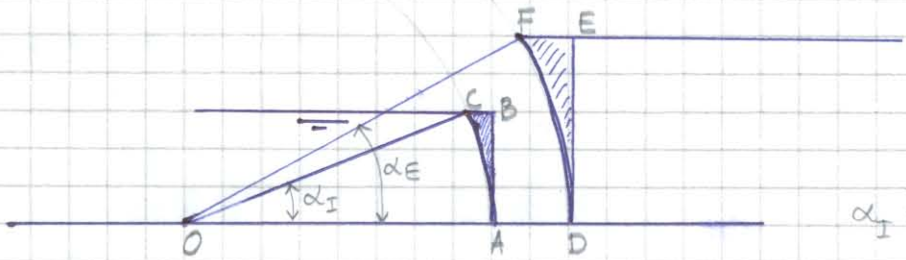
1




2






1

$$\alpha_I = \arcsin\left(\frac{h_I}{R}\right) \simeq 10°8$$

$$\alpha_E = \arcsin\left(\frac{h_E}{R+s}\right) \simeq 16°1$$

$(\rightarrow)\quad F_{Ix} = \frac{1}{2}\gamma L h_I^2 \simeq 3.53\ \text{MN}$

$(\uparrow)\quad F_{Iz} = \gamma L \left(A_{OABC} - \alpha_I \frac{R^2}{2}\right) = 0.222\ \text{MN}$

essendo $A_{OABC} = \frac{R + (R - R\cos\alpha_I)}{2}\, h_I \simeq 24.4\ m^2$

$R_E = R + s = 18 m$

$(\leftarrow)\quad F_{Ex} = \frac{1}{2}\gamma L h_E^2 \simeq 9.81\ \text{MN}$

$(\downarrow)\quad F_{Ez} = \gamma L \left(A_{ODEF} - \alpha_E \frac{R_E^2}{2}\right) = 0.919\ \text{MN}$

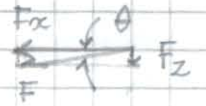
essendo $A_{ODEF} = \frac{R_E + (R_E - R_E\cos\alpha_E)}{2}\, h_E \simeq 46.8\ m^2$

$(\leftarrow)\quad F_x = F_{Ex} - F_{Ix} \simeq 6.28\ \text{MN}$

$(\downarrow)\quad F_z = F_{Ez} - F_{Iz} = 0.697\ \text{MN}$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = 6.31\ \text{MN}$$

$$\theta = \text{arctg}\left|\frac{F_z}{F_x}\right| = 6°34$$




La retta d'azione della risultante passa per O

TdB 1-2

$$\underbrace{Y_1 + \frac{Q^2}{2g\, b_1^2 Y_1^2}}_{A} = Y_2 + \frac{\overbrace{Q^2}}{\underbrace{2g\, b_2^2}_{B}\, Y_2^2}$$

$$A = Y_2 + \frac{B}{Y_2^2} \Rightarrow Y_2 = 1.87\,m$$


$$\overline{G} + \overline{\Pi} = \overline{M}_2 - \overline{M}_1 + \cancel{\overline{I}}$$

$$\Pi_x = M_{2x} - M_{1x}$$

$F_{fx}$ sul fluido $F_{Mx}$ sul muro

$$\Pi_{1x} - \Pi_{2x} + F_{fx} = M_{2x} - M_{1x}$$

$$F_{Mx} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{1}{2}\gamma b_1 Y_1^2 + \rho \frac{Q^2}{b_1 Y_1}\right) - \left(\frac{1}{2}\gamma b_2 Y_2^2 + \rho \frac{Q^2}{b_2 Y_2}\right)\right]$$

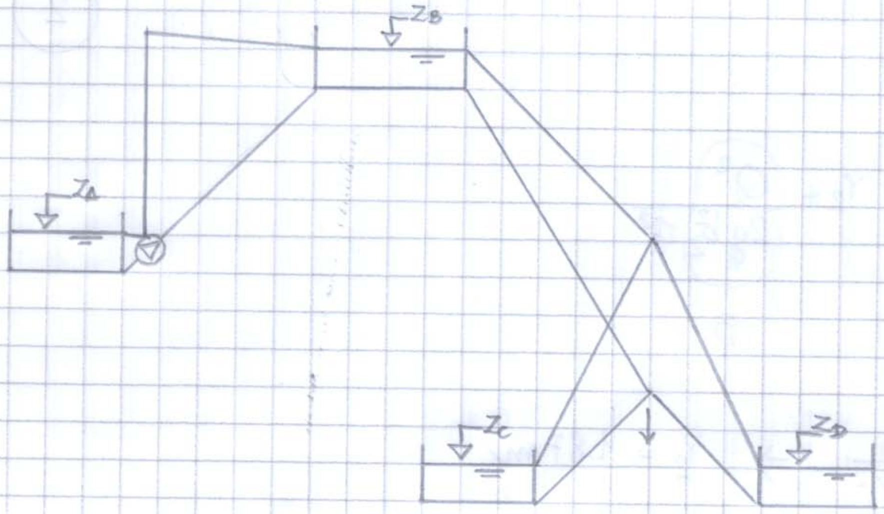
$$F_{Mx} = 141\,kN$$

TdB 1-m

$$\underbrace{Y_1 + \frac{Q^2}{2g\, b_1^2 Y_1^2}}_{A} = Y_m + \frac{Q^2}{\underbrace{2g\, b_m^2}_{C}\, Y_m^2}$$

$$A = Y_m + \frac{C}{Y_m^2} \Rightarrow Y_m = 1.94\,m$$

3




$\lambda_1 = 0.0253$

$\lambda_2 = 0.0253$

$\lambda_3 = \lambda_4 = 0.0284$

$r_1 = 1.38 \cdot 10^5 \ m^{-5} s^2$

$r_2 = 1.93 \cdot 10^5 \ m^{-5} s^2$

$r_3 = r_4 = 9.39 \cdot 10^5 \ m^{-5} s^2$

$$\begin{cases} z_B - h_M = r_2 Q_2^2 \\ h_M - z_C = r_3 Q_3^2 \\ h_M - z_D = r_4 Q_4^2 \\ Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_M \underset{\text{simm. da M}}{\Rightarrow} Q_2 = 2Q_3 + Q_M \end{cases}$$

$$\Rightarrow z_B - z_C = r_2 (2Q_3 + Q_M)^2 + r_3 Q_3^2$$

$$(4r_2 + r_3) Q_3^2 + 4 r_2 Q_M Q_3 + \left[ r_2 Q_M^2 - (z_B - z_C) \right] = 0$$

$$\Rightarrow Q_3 = 4.74 \ l/s$$

$$Q_4 = Q_3$$

$$Q_2 = 2Q_3 + Q_M = 17.5 \ l/s$$

$$h_M = z_B - r_2 Q_2^2 = 641.1 \ m$$

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{(continuità serb. B)}$$

$$\Delta H_1 = (z_B - z_A) + r_1 Q_1^2 = 162 \ m$$

$$P_1 = \frac{\gamma Q_1 \Delta H_1}{\eta_1} = 32.7 \ kW$$